

05. 7. 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 26 AUG 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類PCT記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 7 月 1 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 9 5 2 1 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 9 5 2 1 2]

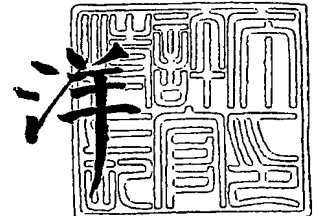
出 願 人 株式会社村田製作所
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 8 月 1 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願

【整理番号】 T4462

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01P 7/10

【発明の名称】 TM010 モード共振器装置、発振器装置および送受信装置

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田製作所内

【氏名】 園田 富哉

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田製作所内

【氏名】 平塚 敏朗

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

【識別番号】 100079441

【弁理士】

【氏名又は名称】 広瀬 和彦

【電話番号】 (03)3342-8971

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006862

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004887

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 TM010モード共振器装置、発振器装置および送受信装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電体基板と、該誘電体基板の両面に設けられた電極とからなり、該両面の電極のうち少なくとも一方が円形電極によって形成してなるTM010モード共振器装置において、前記円形電極の周囲には、電磁界の閉じ込め性を高めるための開放端を設けたことを特徴とするTM010モード共振器装置。

【請求項2】 前記開放端は前記円形電極を取囲む前記誘電体基板の端面によって形成してなる請求項1に記載のTM010モード共振器装置。

【請求項3】 前記誘電体基板には前記円形電極の周囲に沿って複数のスルーホールを貫通して設けると共に、該各スルーホールの内部は電極を省いた非電極形成部とし、前記開放端は前記複数のスルーホールによって形成してなる請求項1に記載のTM010モード共振器装置。

【請求項4】 前記誘電体基板内の共振周波数による波長を λ_g としたときに、前記隣合うスルーホールの間隔寸法は $\lambda_g/4$ 以下に設定してなる請求項3に記載のTM010モード共振器装置。

【請求項5】 誘電体基板と、該誘電体基板の両面に設けられた電極とからなり、該両面の電極のうち少なくとも一方が円形電極によって形成してなるTM010モード共振器装置において、前記円形電極を取囲んで前記誘電体基板の両面または片面に設けられ前記円形電極との間に隙間を形成した状態で複数の短冊状電極を放射状に配置する構成としたことを特徴とするTM010モード共振器装置。

【請求項6】 前記誘電体基板内の共振周波数による波長を λ_g としたときに、前記短冊状電極は放射状に延びる長さ寸法が $\lambda_g/4$ となった矩形状に形成してなる請求項5に記載のTM010モード共振器装置。

【請求項7】 前記隣合う短冊状電極の間隔寸法は $\lambda_g/4$ 以下に設定してなる請求項5または6に記載のTM010モード共振器装置。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の TM010 モード共振器装置を用いた発振器装置。

【請求項 9】 請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の TM010 モード共振器装置を用いた送受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばマイクロ波、ミリ波等の高周波の電磁波を発振する TM010 モード共振器装置、発振器装置および送受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、通信機装置、レーダ装置等の送受信装置に用いられる TM010 モード共振器装置として、誘電体基板の両面に互いに対向した円形電極を設けたものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

【特許文献 1】

特開平 10-98316 号公報

【0004】

このような従来技術による TM010 モード発振器装置では、誘電体基板の裏面に略全面に亘ってグランド電極が形成された TM010 モード共振器装置に比べて、表面波モードである TM0 モードの電磁界と結合しない基板の厚みに対して約 2 倍の寸法まで誘電体基板の厚み寸法を大きくすることができるから、約 2 倍の大きさの導体損（ Q_c ）や無負荷 Q （ Q_0 ）を得ることができ、フィルタの低損失化が可能となっていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した従来技術による TM010 モード共振器装置では、誘電体基板の厚みをさらに増加させて Q （Quality factor）を高めるときには、誘電体基板内の電磁界が TM0 モードと結合し、放射モードとして周囲に広がってしま

う。このため、誘電体基板内部のエネルギー集中度が低下し、放射損 (Q_r) によって Q が逆に劣化するから、厚みを増やして導体損 (Q_c) を上げる効果を相殺してしまうという問題がある。

【0006】

本発明は上述した従来技術の問題に鑑みなされたもので、本発明の目的は電磁界の放射を抑圧し、高い Q をもった TM_{010} モード共振器装置、発振器装置および送受信装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決するために、請求項 1 の発明は、誘電体基板と、該誘電体基板の両面に設けられた電極とからなり、該両面の電極のうち少なくとも一方が円形電極によって形成してなる TM_{010} モード共振器装置において、前記円形電極の周囲には、電磁界の閉じ込め性を高めるための開放端を設けたことを特徴としている。

【0008】

このように構成したことにより、誘電体基板の内部のうち円形電極に対応した部位には、共振によって電磁界が形成されると共に、該電磁界を開放端を用いて全反射させることができ、エネルギーの閉じ込め性を高めることができる。

【0009】

この場合、請求項 2 の発明では、前記開放端は前記円形電極を取囲む前記誘電体基板の端面によって形成している。これにより、誘電体基板の端面と外部の空気との境界で誘電体基板内の電磁界を全反射させることができ、誘電体基板が他の発振回路等が形成された基板と連続している場合に比べて、電磁界の閉じ込め性を高めることができる。

【0010】

また、請求項 3 の発明では、前記誘電体基板には前記円形電極の周囲に沿って複数のスルーホールを貫通して設けると共に、該各スルーホールの内部は電極を省いた非電極形成部とし、前記開放端は前記複数のスルーホールによって形成している。

【0011】

これにより、スルーホール内には空気が充填されるから、スルーホールの内壁面と空気との境界で電磁界を全反射させることができ、誘電体基板内のうち円形電極に対応した部位に形成される電磁界を閉じ込めることができる。

【0012】

請求項4の発明では、前記誘電体基板内の共振周波数による波長を λ_g としたときに、前記隣合うスルーホールの間隔寸法は $\lambda_g/4$ 以下に設定している。これにより、隣合うスルーホールの間から電磁界が漏れるのを防止でき、エネルギー閉じ込め性を高めることができる。

【0013】

請求項5の発明は、誘電体基板と、該誘電体基板の両面に設けられた電極とからなり、該両面の電極のうち少なくとも一方が円形電極によって形成してなるTM010モード共振器装置において、前記円形電極を取囲んで前記誘電体基板の両面または片面に設けられ前記円形電極との間に隙間を形成した状態で複数の短冊状電極を放射状に配置する構成としたことを特徴としている。

【0014】

この場合、誘電体基板内の共振周波数による波長を λ_g としたときに、例えば短冊状電極の長さ寸法を $\lambda_g/4$ に設定することによって、各短冊状電極の先端側（最外周端側）を擬似的に短絡することができる。また、例えば短冊状電極の長さ寸法を $\lambda_g/2$ に設定することによって、各短冊状電極の先端側を擬似的に開放することができる。このとき、放射状に配置された複数の短冊状電極で円形電極を取囲むから、誘電体基板内のうち円形電極に対応した部位に形成された電磁界を、短絡端または開放端をなす短冊状電極の先端側で全反射させることができ、エネルギー閉じ込め性を高めることができる。

【0015】

請求項6の発明では、前記誘電体基板内の共振周波数による波長を λ_g としたときに、前記短冊状電極は放射状に延びる長さ寸法が $\lambda_g/4$ となった矩形状に形成している。

【0016】

これにより、各短冊状電極の先端側（最外周端側）を擬似的に短絡することができる。このため、誘電体基板内のうち円形電極に対応した部位に形成された電磁界を、短絡端をなす短冊状電極の先端側で全反射させることができ、エネルギー閉じ込め性を高めることができる。

【0017】

請求項7の発明では、前記隣合う短冊状電極の間隔寸法は $\lambda g/4$ 以下に設定している。これにより、隣合う短冊状電極の間から電磁界が漏れるのを防止でき、エネルギー閉じ込め性を高めることができる。

【0018】

また、請求項8の発明のように本発明によるTM010モード共振器装置を用いて発振器装置を構成してもよく、請求項9の発明のように本発明による発振器装置を用いてレーダ装置、通信装置等の送受信装置を構成してもよい。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態による発振器装置および通信装置を、添付図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0020】

まず、図1ないし図3は第1の実施の形態によるTM010モード共振器装置を示し、図において、1はTM010モード共振器装置の本体をなす誘電体基板で、該誘電体基板1は、例えば24程度の比誘電率 ϵ_r （ $\epsilon_r=24$ ）をもったセラミックス材料等を用いて形成されている。また、誘電体基板1は、例えば略四角形の平板からなり、後述の共振器電極2A、2Bよりも一回り大きい程度の面積をもった小片状（チップ状）をなしている。

【0021】

2は誘電体基板1の中央部に設けられたTM010モード共振器で、該TM010モード共振器2は、誘電体基板1の中央に位置して表面1Aと裏面1Bとにそれぞれ設けられた円形電極からなる共振器電極2A、2Bによって構成されている。また、共振器電極2A、2Bは、金属材料等の導電性薄膜を用いて形成され、略円形状をなして互いに対向した位置に配置されると共に、その直径寸法D

が誘電体基板 1 内の共振周波数による波長 λ_g に応じた値（例えば $D = \lambda_g$ ）に設定されている。

【0022】

そして、誘電体基板 1 内には、共振器電極 2 A, 2 B 間に位置して誘電体基板 1 の厚さ方向に延びる電界 E が形成されると共に、共振器電極 2 A, 2 B の中心位置に対して同心円状をなす磁界 H が形成される（図 2、図 3 参照）。また、共振器電極 2 A, 2 B には、その中心位置と外周縁との間に放射方向に沿った電流 I が流れるものである。

【0023】

3 は開放端をなす誘電体基板 1 の 4 つの端面で、該各端面 3 は、外周縁に位置して共振器電極 2 A, 2 B の外周側を取囲んでいる。そして、端面 3 は外部の空気との境界面によって誘電体基板 1 内の電磁界を全反射させ、共振器装置のエネルギー閉じ込め性を高めている。

【0024】

本実施の形態による TM010 モード共振器装置は上述の如き構成を有するもので、TM010 モード共振器 2 の動作時には、共振器電極 2 A, 2 B の中心位置と外周縁位置とに互いに逆向きの電界 E が形成されると共に、共振器電極 2 A, 2 B の中心位置に対して同心円状をなす磁界 H が形成される。これにより、TM010 モード共振器 2 は、共振器電極 2 A, 2 B の直径寸法 D を 1 波長とする周波数で共振する。

【0025】

然るに、TM010 モード自体は、一般的に放射モードであり、そのような特徴を活かしてアンテナ等のアプリケーションに用いられることが多い。しかし、TM010 モード共振器 2 として用いる場合、放射が大きいために放射損 Q_r が悪くなり、無負荷 Q (Q_0) 自体も悪くなるという問題がある。

【0026】

これに対し、本実施の形態では、誘電体基板 1 の端面 3 によって開放端を形成するから、誘電体基板 1 内に形成される電磁界を端面 3 と空気との境界で全反射させることができる。この結果、電磁界の放射を抑圧して無負荷 Q を向上するこ

とができると共に、エネルギー閉じ込め性を高めることができる。

【0027】

次に、図4および図5は第2の実施の形態によるTM010モード共振器装置を示し、本実施の形態の特徴は、誘電体基板には共振器電極の周囲に沿って複数のスルーホールを貫通して設けると共に、各スルーホールの内部を非電極形成とし、これら複数のスルーホールによって開放端を形成したことにある。

【0028】

11は第1の実施の形態による誘電体基板1とほぼ同様の誘電体基板で、該誘電体基板11は、例えば24程度の比誘電率 ϵ_r ($\epsilon_r=24$) をもったセラミックス材料等を用いて略四角形の平板状に形成されている。

【0029】

12は誘電体基板11の中央部に設けられたTM010モード共振器で、該TM010モード共振器12は、第1の実施の形態によるTM010モード共振器2とほぼ同様に、誘電体基板11の中央に位置して表面11Aと裏面11Bとにそれぞれ設けられた円形電極からなる共振器電極12A、12Bによって構成されている。また、共振器電極12A、12Bは、導電性薄膜を用いて互いに対向した位置に配置されると共に、その直径寸法Dが誘電体基板11内の共振周波数による波長 λ_g に応じた値（例えば $D=\lambda_g$ ）に設定されている。

【0030】

13は共振器電極12A、12Bの周囲に沿って誘電体基板11を貫通して設けられた複数（例えば12個）のスルーホールで、該各スルーホール13の内壁面13A（内部）は、電極が省かれた非電極形成部となっている。また、誘電体基板11内の共振周波数による波長 λ_g に対して、隣合うスルーホール13の間隔寸法P0（ピッチ）は共振周波数による波長 λ_g の1/4以下（ $P0 \leq \lambda_g/4$ ）に設定されている。そして、これら複数のスルーホール13は、共振器電極12A、12Bを取囲んで配置され、全体として開放端を形成している。

【0031】

本実施の形態によるTM010モード共振器装置は上述の如き構成を有するもので、TM010モード共振器12の基本的な作動は第1の実施の形態によるT

M010モード共振器2と変わるところはない。

【0032】

しかし、本実施の形態では、誘電体基板11には共振器電極12A、12Bの周囲に沿って内壁面13Aの電極が省かれた複数のスルーホール13を設けたから、共振器電極12A、12B間に形成された電磁界をスルーホール13の内壁面13Aと空気との境界で全反射させることができ、無負荷Q（ Q_0 ）を高めることができると共に、エネルギー閉じ込め性を向上することができる。

【0033】

また、隣合うスルーホール13の間隔寸法P0を共振周波数の波長 λ_g の $1/4$ 以下に設定したから、隣合うスルーホール13の間から電磁界が漏れるのを防止でき、電磁界の閉じ込め性を高めることができる。

【0034】

次に、図6および図7は第3の実施の形態によるTM010モード共振器装置を示し、本実施の形態の特徴は、誘電体基板の両面には、共振器電極を取囲んで複数の短冊状電極を放射状に配置したことにある。

【0035】

21は第1の実施の形態による誘電体基板1とほぼ同様の誘電体基板で、該誘電体基板21は、例えば2.5程度の比誘電率 ϵ_r （ $\epsilon_r=2.5$ ）をもったセラミックス材料等を用いて略四角形の平板状に形成されている。

【0036】

22は誘電体基板21の中央部に設けられたTM010モード共振器で、該TM010モード共振器22は、第1の実施の形態によるTM010モード共振器2とほぼ同様に、誘電体基板21の中央に位置して表面21Aと裏面21Bとにそれぞれ設けられた円形電極からなる共振器電極22A、22Bによって構成されている。また、共振器電極22A、22Bは、導電性薄膜を用いて互いに対向した位置に配置されると共に、その直径寸法Dが誘電体基板21内の共振周波数による波長 λ_g に応じた値（例えば $D=\lambda_g$ ）に設定されている。

【0037】

そして、共振器電極22A、22Bの中心位置と外周縁位置とは擬似的に開放

され、これらの位置には互いに逆向きの電界が形成される。また、共振器電極 22A、22Bとの間には、共振器電極 22A、22Bの中心位置に対して同心円状をなす磁界が形成される。これにより、TM010モード共振器 22は、共振器電極 22A、22Bの直径寸法Dを1波長とする周波数で共振する。

【0038】

23、24は共振器電極 22A、22Bを取囲んで誘電体基板 21の表面 21A、裏面 21Bにそれぞれ設けられた短冊状電極で、該短冊状電極 23は、共振器電極 22Aとの間に微小な間隔寸法d（例えば $d = 50 \mu\text{m}$ 程度）をもった一定の隙間が形成されると共に、共振器電極 22Aの周囲に放射状に複数個（例えば24個）配置されている。同様に、短冊状電極 24は、共振器電極 22Bとの間に間隔寸法dをもった一定の隙間が形成されると共に、共振器電極 22Bの周囲に放射状に複数個配置されている。

【0039】

また、各短冊状電極 23、24は、略矩形状をなすと共に、放射方向に向けて延びる長さ寸法Lが共振周波数による波長 λ_g の $1/4$ 程度の値（ $L = \lambda_g/4$ ）に設定されている。これにより、短冊状電極 23、24の先端側（最外周端側）は擬似的に短絡されるから、複数の短冊状電極 23、24によってTM010モード共振器 22を取囲む円環状の短絡端を形成することができる。

【0040】

さらに、短冊状電極 23の先端側では、周方向に離間した隣合う短冊状電極 23の間隔寸法P1（ピッチ）は共振周波数による波長 λ_g の $1/4$ 以下（ $P1 \leq \lambda_g/4$ ）に設定されている。同様に、短冊状電極 24の先端側でも、隣合う短冊状電極 24の間隔寸法P1（ピッチ）は共振周波数による波長 λ_g の $1/4$ 以下（ $P1 \leq \lambda_g/4$ ）に設定されている。

【0041】

なお、短冊状電極 23、24は、誘電体基板 21を挟んで互に対向する位置に配置してもよく、周方向に位置ずれして配置してもよい。また、短冊状電極 23、24の個数は、同じ個数としてもよく、互いに異なる個数としてもよい。

【0042】

本実施の形態による TM010 モード共振器装置は上述の如き構成を有するもので、TM010 モード共振器 22 の基本的な作動は第 1 の実施の形態による TM010 モード共振器 2 と変わるところはない。

【0043】

ここで、TM010 モード共振器 22 の無負荷 Q (Q_0) を向上させる方法は、放射損 Q_r を小さくする方法以外に、誘電体基板 21 の厚さ寸法 t を大きくする方法がある。これは、導体損 Q_c が誘電体基板 21 の厚さ寸法 t と表皮深さ寸法 δ との比 ($Q_c = t / \delta$) で表されるからである。例えば、誘電体基板 21 の厚さ寸法 t を 0.6 mm ($t = 0.6$ mm)、表皮深さ寸法 δ を 0.6 μ m ($\delta = 0.6$ μ m) とした場合には、導体損 Q_c は 1000 ($Q_c = 1000$) となる。このように、誘電体基板 21 の厚さ寸法 t を大きくすれば、導体損 Q_c を向上させることができるものの、逆に放射損 Q_r が大きくなる傾向がある。

【0044】

この結果、第 1 の実施の形態のように、誘電体基板 21 をチップ状に形成し、その端面によって開放端を形成しても、誘電体基板 21 の厚さ寸法 t を大きくしたときには、放射の影響でエネルギー閉じ込め性が悪化するという問題がある。

【0045】

これに対し、本実施の形態では、誘電体基板 21 の表面 21A と裏面 21B とには、共振器電極 22A, 22B を取囲んで放射状に延びる複数の短冊状電極 23, 24 を設けたから、短冊状電極 23, 24 の先端側を擬似的に短絡させ、電界を共振器電極 22A, 22B 間に集中させることができる。このため、本実施の形態では、磁界エネルギーを閉じ込めることができ、電磁界の放射を抑圧することができる。

【0046】

このような短冊状電極 23, 24 による放射の抑圧効果を確認するために、短冊状電極 23, 24 を設けた共振器装置と短冊状電極 23, 24 を省いた共振器装置とをそれぞれ略四角形の箱形状 (空間) をなすキャビティ 25 内に收容した場合を仮定し (図 8 参照)、それぞれの共振器装置について、3次元電磁界シミュレーションを用いて、キャビティ 25 上部 (誘電体基板 21 の表面 21A 側)

の空間高さ寸法 h を変化させたときの共振周波数の変動率 $\Delta f / f_0$ を計算した。
この結果を図 9 に示す。

【0047】

なお、図 9 の結果は、共振周波数 f_0 を 38 GHz ($f_0 = 38\text{ GHz}$)、誘電体基板 21 の比誘電率 ϵ_r を 25 ($\epsilon_r = 25$)、誘電体基板 21 の厚さ寸法 t を 0.6 mm ($t = 0.6\text{ mm}$)、略正形状をなす誘電体基板 21 の一辺の長さ寸法 L_0 を 2.5 mm ($L_0 = 2.5\text{ mm}$)、共振器電極 22A, 22B の直径寸法 D を 1.6 mm ($D = 1.6\text{ mm}$)、短冊状電極 23, 24 の長さ寸法 L を 0.23 mm ($L = 0.23\text{ mm}$)、短冊状電極 23, 24 の幅寸法 W を 0.1 mm ($W = 0.1\text{ mm}$)、短冊状電極 23, 24 の個数を 24 個、共振器電極 22A, 22B と短冊状電極 23, 24 との間の間隔寸法 d を $50\text{ }\mu\text{m}$ ($d = 50\text{ }\mu\text{m}$)、略正形状をなすキャビティ 25 の一辺の長さ寸法 L_1 を 3 mm ($L_1 = 3\text{ mm}$) として計算した。

【0048】

また、誘電体基板 21 はキャビティ 25 の中央に浮遊状態で配置するものとした。実際には、TM010 モード共振器 22 の共振特性に影響を与えないように、誘電体基板 21 を低誘電率材料からなる支持台の上に載置する構成となる。

【0049】

図 9 の結果より、本実施の形態のように短冊状電極 23, 24 を設けた場合は、短冊状電極 23, 24 を省いた場合に比べて、キャビティ 25 の空間高さ寸法 h を変化させたときでも共振周波数 f_0 の変動が小さいことが分かる。即ち、短冊状電極 23, 24 を設けた場合の方が省いた場合に比べて電磁界の放射が少ないから、キャビティ 25 の影響が少ないものと考えられ、短冊状電極 23, 24 による放射の抑圧効果を確認することができた。

【0050】

かくして、本実施の形態では、誘電体基板 21 の表面 21A と裏面 21B とには共振器電極 22A, 22B を取囲んで放射状に延びる複数の短冊状電極 23, 24 を設けたから、短冊状電極 23, 24 の長さ寸法 L を共振周波数による波長 λ_g の $1/4$ に設定することによって、各短冊状電極 23, 24 の先端側を擬似

的に短絡することができる。このとき、放射状に配置された複数の短冊状電極 23, 24 で共振器電極 22A, 22B を取囲むから、共振器電極 22A, 22B 間に形成された電磁界を、短絡端をなす短冊状電極 23, 24 の先端側で全反射させることができ、エネルギー閉じ込め性を高めることができる。

【0051】

この結果、誘電体基板 21 の厚さ寸法 t を大きくしても、共振器電極 22A, 22B 間の電磁界が放射するのを抑圧することができるから、導体損 Q_c と放射損 Q_r とを一緒に向上させることができ、 TM_{010} モード共振器 22 の無負荷 Q (Q_0) を高めることができる。

【0052】

また、隣合う短冊状電極 23, 24 の間隔寸法 P_1 は共振周波数による波長 λ_g の $1/4$ 以下 ($P_1 \leq \lambda_g/4$) に設定したから、隣合う短冊状電極 23, 24 の間から電磁界が漏れるのを防止でき、エネルギー閉じ込め性を高めることができる。

【0053】

なお、第 3 の実施の形態では、短冊状電極 23, 24 は誘電体基板 21 の表面 21A と裏面 21B との両面にそれぞれ設ける構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、例えば誘電体基板の表面と裏面とのうちいずれか一方の面にだけ短冊状電極を設ける構成としてもよい。この場合、電磁界の放射抑圧効果は半減するものと考えられる。

【0054】

また、第 3 の実施の形態では、短冊状電極 23, 24 の長さ寸法 L は共振周波数による波長の $1/4$ に設定し、短冊状電極 23, 24 の先端側を擬似的に短絡する構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、例えば短冊状電極の長さ寸法を共振周波数による波長の $1/2$ に設定し、短冊状電極の先端側を擬似的に開放する構成としてもよい。また、短冊状電極の長さ寸法はこれらの値に限らず、その先端側が擬似的に短絡または開放される値であればよい。

【0055】

さらに、前記第 1 ないし第 3 の実施の形態では、 TM_{010} モード共振器 2,

12, 22の共振器電極2A, 2B, 12A, 12B, 22A, 22Bはいずれも円形状に形成するものとしたが、少なくともいずれか一方が円形状であれば足りるものである。

【0056】

また、前記第1ないし第3の実施の形態では、TM010モード共振器装置の誘電体基板1, 11, 21は四角形状をなすものとしたが、例えば円形状、楕円形状等の他の形状に形成してもよい。

【0057】

次に、図10および図11は本発明の第4の実施の形態を示し、本実施の形態の特徴は、TM010モード共振器装置を用いて発振器装置を構成したことにある。なお、本実施の形態では、第1の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0058】

31は誘電体材料からなる発振回路基板で、該発振回路基板31は、例えばTM010モード共振器装置46の誘電体基板1に比べて低い誘電率をもったセラミックス材料、樹脂材料等を用いて形成され、略四角形の平板状をなしている。

【0059】

32は発振回路基板31の表面に設けられた発振回路部で、該発振回路部32は、電界効果トランジスタ33（以下、FET33という）、マイクロストリップ線路34、バイアス回路35等によって構成されている。そして、発振回路部32は、電源端子31Aを通じて電源電圧が供給され、TM010モード共振器2によって設定された所定の発振周波数の信号を発振すると共に、この信号を出力端子31Bを通じて出力している。

【0060】

ここで、FET33のゲート端子Gは、マイクロストリップ線路34の基端側に接続されている。また、FET33のソース端子Sは、ソース側のバイアス回路35に接続されると共に、帰還周波数を制御するインダクタとしての誘導性スタブ36に接続されている。

【0061】

一方、FET 33 のドレイン端子 D は、誘導性スタブ 37 A とコンデンサ 37 B とからなるフィルタ回路 37 とバイアス抵抗 38 とを介して電源端子 31 A に接続されると共に、直流成分を遮断するためのカップルドライン 39 を介して出力端子 31 B に接続されている。また、電源端子 31 A にはサージ除去用のコンデンサ 40 が接続されている。

【0062】

さらに、マイクロストリップ線路 34 の先端側には終端抵抗 41 が接続されると共に、長さ方向途中位置には後述の誘電体基板 1 に向けて略 T 字状に分岐して延び、その先端側が TM010 モード共振器 2 を励振する励振電極 34 A となっている。

【0063】

42 は発振回路基板 31 の表面に設けられた周波数制御回路部で、該周波数制御回路部 42 は、誘電体基板 1 を挟んで発振回路部 32 の反対側に配置されている。また、周波数制御回路部 42 は、一端側が TM010 モード共振器 2 の近傍に配置されたマイクロストリップ線路 43 と、該マイクロストリップ線路 43 の他端側に接続された変調素子としての可変容量ダイオード 44（バラクタダイオード）とによって大略構成されている。

【0064】

ここで、可変容量ダイオード 44 は、そのカソード端子がマイクロストリップ線路 43 に接続されると共に、アノード端子がグランドに接続されている。また、可変容量ダイオード 44 のカソード端子はチョークコイルをなす誘導性スタブ 45 を介して制御入力端子 31 C が接続されている。さらに、マイクロストリップ線路 43 の先端側は TM010 モード共振器 2 を励振する励振電極 43 A となっている。

【0065】

そして、周波数制御回路部 42 は、制御入力端子 31 C に印加される制御電圧に応じて可変容量ダイオード 44 の静電容量を変化させて、発振周波数（共振周波数）を制御している。

【0066】

46は発振回路部32と周波数制御回路部42との間に設けられた第1の実施の形態によるTM010モード共振器装置で、該TM010モード共振器装置46の誘電体基板1は、発振回路部32と周波数制御回路部42との間に位置して発振回路基板31の表面側に積み重ねて取付けられている。

【0067】

また、TM010モード共振器2の共振器電極2A、2Bのうち誘電体基板1の裏面側に設けられた共振器電極2Bは、発振回路基板31の表面に設けられたランド（図示せず）等を通じてグランドに接続されている。そして、TM010モード共振器2は、マイクロストリップ線路34、43の励振電極34A、43Aを介して発振回路部32と周波数制御回路部42に接続されている。

【0068】

本実施の形態による発振器装置は上述の如き構成を有するもので、次にその動作について説明する。

【0069】

電源端子31Aに駆動電圧が印加されると、FET33のゲート端子Gには、TM010モード共振器2の共振周波数に応じた信号が入力される。これにより、発振回路部32とTM010モード共振器装置46とは帯域反射型発振回路を構成するから、FET33は、TM010モード共振器2の共振周波数に応じた信号を増幅し、出力端子31Bを通じて外部に向けて出力する。

【0070】

また、TM010モード共振器装置46には可変容量ダイオード44からなる周波数制御回路部42が接続されているから、制御入力端子31Cに印加する制御電圧の値に応じて、TM010モード共振器2の共振周波数を可変に設定することができる。これにより、発振器装置全体は電圧制御発振器（VCO）として機能する。

【0071】

かくして、本実施の形態では、第1の実施の形態によるTM010モード共振器装置46を用いて発振器装置を構成したから、TM010モード共振器2の電磁界が外部に放射されるのを抑圧することができ、例えばTM010モード共振

器装置 46 を取囲むキャビティを省くことができる。このため、発振器装置の低背化、簡略化を図ることができ、製造コストを低減することができる。

【0072】

なお、第 4 の実施の形態では、TM010 モード共振器装置 46 として第 1 の実施の形態による TM010 モード共振器装置を用いる構成としたが、第 2 または第 3 の実施の形態による TM010 モード共振器装置を用いる構成としてもよい。

【0073】

次に、図 12 は本発明の第 5 の実施の形態を示し、本実施の形態の特徴は、本発明の TM010 モード共振器装置を備えた発振器装置を用いて送受信装置としての通信機装置を構成したことにある。

【0074】

51 は本実施の形態による通信機装置で、該通信機装置 51 は、例えば信号処理回路 52 と、信号処理回路 52 に接続され高周波の信号を出力または入力する高周波モジュール 53 と、該高周波モジュール 53 に接続して設けられアンテナ共用器 54（デュプレクサ）を介して高周波の信号を送信または受信するアンテナ 55 とによって構成されている。

【0075】

そして、高周波モジュール 53 は、信号処理回路 52 の出力側とアンテナ共用器 54 との間に接続された帯域通過フィルタ 56、増幅器 57、ミキサ 58、帯域通過フィルタ 59、電力増幅器 60 によって送信側が構成されると共に、アンテナ共用器 54 と信号処理回路 52 の入力側に接続された帯域通過フィルタ 61、低雑音増幅器 62、ミキサ 63、帯域通過フィルタ 64、増幅器 65 によって受信側が構成されている。そして、ミキサ 58、63 には例えば第 4 の実施の形態のように本発明の TM010 モード共振器装置を用いた発振器装置 66 が接続されている。

【0076】

本実施の形態による通信機装置は上述の如き構成を有するもので、次にその作動について説明する。

【0077】

まず、送信時には、信号処理回路52から出力された中間周波信号（IF信号）は、帯域通過フィルタ56で不要な信号が除去された後、増幅器57によって増幅されてミキサ58に入力される。このとき、ミキサ58は、この中間周波信号と発振器装置66からの搬送波とを掛け合わせて高周波信号（RF信号）にアップコンバートする。そして、ミキサ58から出力された高周波信号は、帯域通過フィルタ59で不要な信号が除去された後、電力増幅器60によって送信電力に増幅された後、アンテナ共用器54を介してアンテナ55から送信される。

【0078】

一方、受信時には、アンテナ55から受信された高周波信号は、アンテナ共用器54を介して帯域通過フィルタ61に入力される。これにより、高周波信号は、帯域通過フィルタ61で不要な信号が除去された後、低雑音増幅器62によって増幅されてミキサ63に入力される。このとき、ミキサ63は、この高周波信号と発振器装置66からの搬送波とを掛け合わせて中間周波信号にダウンコンバートする。そして、ミキサ63から出力された中間周波信号は、帯域通過フィルタ64で不要な信号が除去され、増幅器65によって増幅された後、信号処理回路52に入力される。

【0079】

かくして、本実施の形態によれば、放射が抑圧された本発明のTM010モード共振器装置からなる発振器装置66を用いて通信機装置を構成するから、発振器装置66の構造を簡略化でき、通信機装置全体の製造コストを低減することができる。

【0080】

なお、前記第5の実施の形態では、本発明によるTM010モード共振器装置を用いた発振器装置66を通信機装置51に適用した場合を例を挙げて説明したが、例えばレーダ装置等に適用してもよい。

【0081】

【発明の効果】

以上詳述した如く、請求項1の発明によれば、円形電極の周囲には電磁界の開

じ込め性を高めるための開放端を設けたから、誘電体基板の内部のうち円形電極に対応した部位には、共振によって電磁界が形成されると共に、該電磁界を開放端を用いて全反射させることができる。このため、電磁界の放射を抑圧して無負荷 Q を向上することができると共に、エネルギー閉じ込め性を高めることができる。

【0082】

請求項 2 の発明によれば、開放端を円形電極を取囲む誘電体基板の端面によって形成したから、誘電体基板の端面と外部の空気との境界で誘電体基板内の電磁界を全反射させることができ、誘電体基板が他の発振回路等が形成された基板と連続している場合に比べて、電磁界の閉じ込め性を高めることができる。

【0083】

請求項 3 の発明によれば、誘電体基板には内部の電極を省いたスルーホールを円形電極の周囲に沿って複数個設けたから、スルーホールの内壁面と空気との境界で電磁界を全反射させることができ、誘電体基板内のうち円形電極に対応した部位に形成される電磁界を閉じ込めることができる。

【0084】

請求項 4 の発明によれば、誘電体基板内の共振周波数による波長を λg としたときに、隣合うスルーホールの間隔寸法は $\lambda g/4$ 以下に設定したから、隣合うスルーホールの間から電磁界が漏れるのを防止でき、エネルギー閉じ込め性を高めることができる。

【0085】

請求項 5 の発明によれば、誘電体基板の両面または片面には円形電極を取囲んで複数の短冊状電極を放射状に設けたから、例えば短冊状電極の長さ寸法を $\lambda g/4$ や $\lambda g/2$ に設定することによって、各短冊状電極の先端側を擬似的に短絡または開放することができる。これにより、誘電体基板内のうち円形電極に対応した部位に形成された電磁界を、短絡端または開放端をなす短冊状電極の先端側で全反射させることができ、エネルギー閉じ込め性を高めることができる。この結果、誘電体基板の厚さ寸法を大きくしても、電磁界が放射するのを抑圧することができるから、導体損と放射損とを一緒に向上させることができ、無負荷 Q を有

効に高めることができる。

【0086】

請求項6の発明によれば、誘電体基板内の共振周波数による波長を λ_g としたときに、短冊状電極は放射状に延びる長さ寸法が $\lambda_g/4$ となった矩形状に形成したから、各短冊状電極の先端側（最外周端側）を擬似的に短絡することができる。このため、誘電体基板内のうち円形電極に対応した部位に形成された電磁界を、短絡端をなす短冊状電極の先端側で全反射させることができ、エネルギー閉じ込め性を高めることができる。

【0087】

請求項7の発明によれば、隣合う短冊状電極の間隔寸法は $\lambda_g/4$ 以下に設定したから、隣合う短冊状電極の間から電磁界が漏れるのを防止でき、エネルギー閉じ込め性を高めることができる。

【0088】

また、請求項8, 9の発明によれば、本発明によるTM010モード共振器装置を用いて発振器装置や送受信装置を構成したから、発振器装置等の構造を簡略化でき、通信機装置全体の製造コストを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施の形態によるTM010モード共振器装置を示す斜視図である。

【図2】

図1中のTM010モード共振器装置を示す平面図である。

【図3】

TM010モード共振器装置を図2中の矢示III-III方向からみた断面図である。

【図4】

第2の実施の形態によるTM010モード共振器装置を示す斜視図である。

【図5】

図4中のTM010モード共振器装置を示す平面図である。

【図6】

第3の実施の形態によるTM010モード共振器装置を示す斜視図である。

【図7】

図6中のTM010モード共振器装置を示す平面図である。

【図8】

第3の実施の形態によるTM010モード共振器装置をキャビティ内に収容した状態を示す斜視図である。

【図9】

図8中のTM010モード共振器装置とキャビティとの空間高さ寸法と共振周波数の変動率との関係を示す特性線図である。

【図10】

第4の実施の形態による発振器装置を示す平面図である。

【図11】

図10中の発振器装置を示す電気回路図である。

【図12】

第5の実施の形態による通信機装置を示すブロック図である。

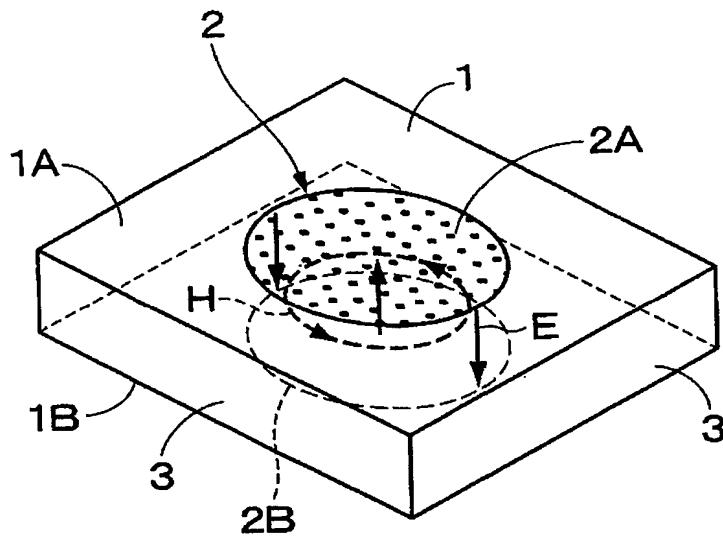
【符号の説明】

- 1, 11, 21 誘電体基板
- 2, 12, 22 TM010モード共振器
- 2A, 2B, 12A, 12B, 22A, 22B 共振器電極（円形電極）
- 3 端面（開放端）
- 13 スルーホール
- 23, 24 短冊状電極
- 45 TM010モード共振器装置
- 51 通信機装置（送受信装置）
- 66 発振器装置

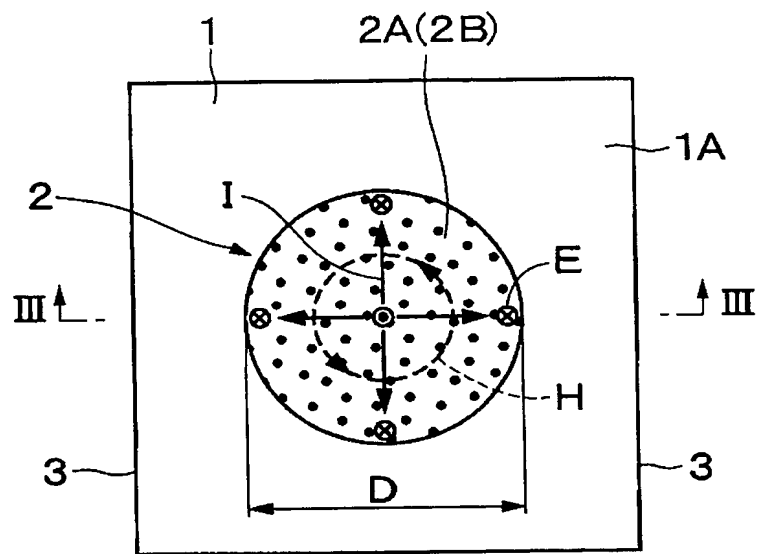
【書類名】

図面

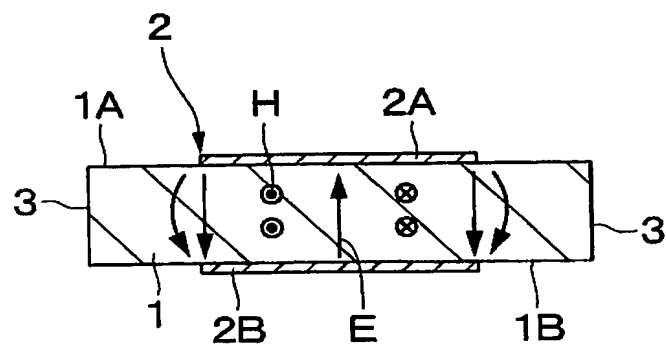
【図 1】



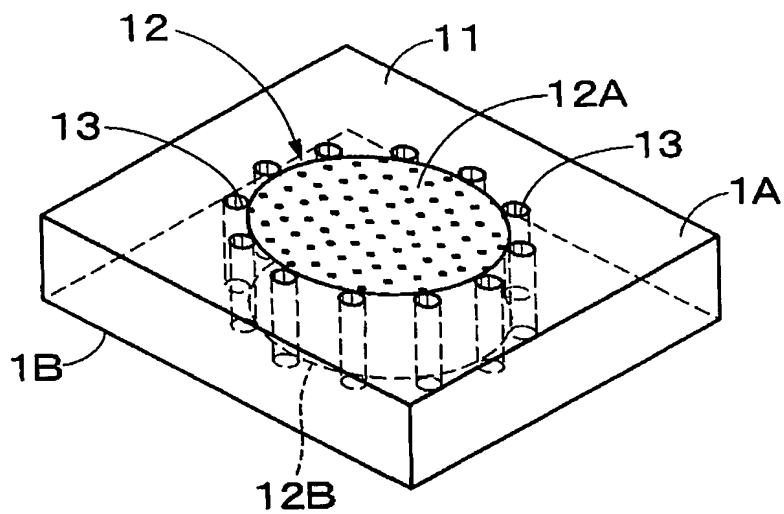
【図 2】



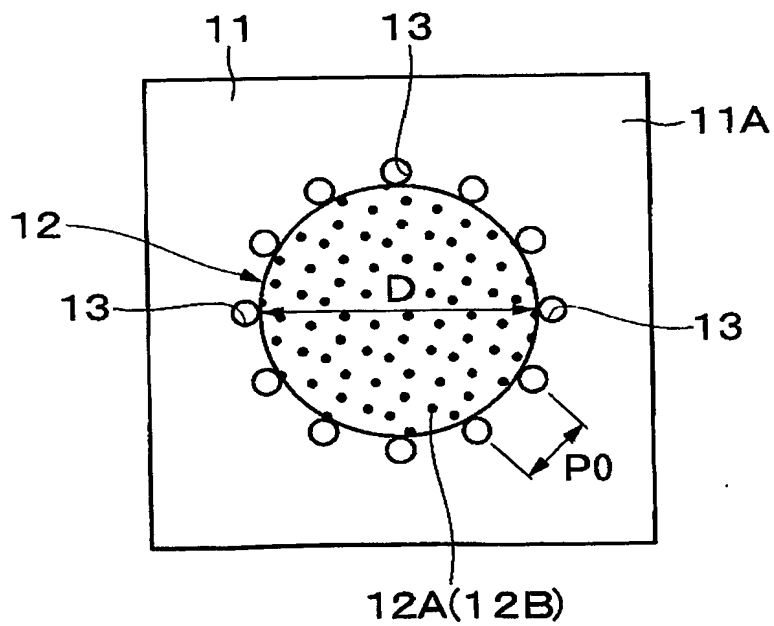
【図 3】



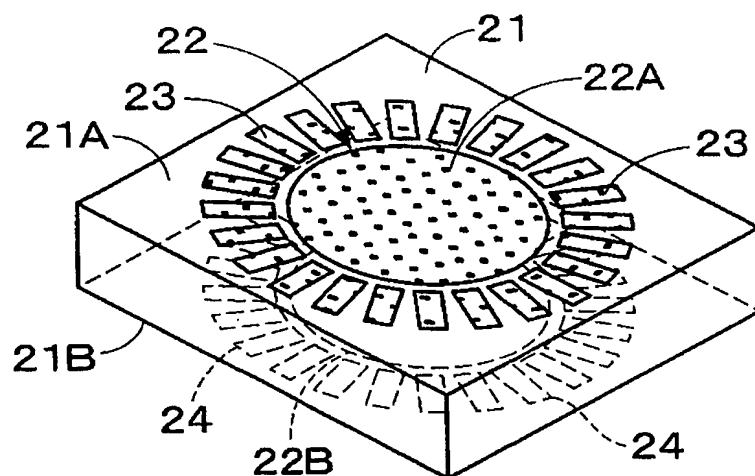
【図 4】



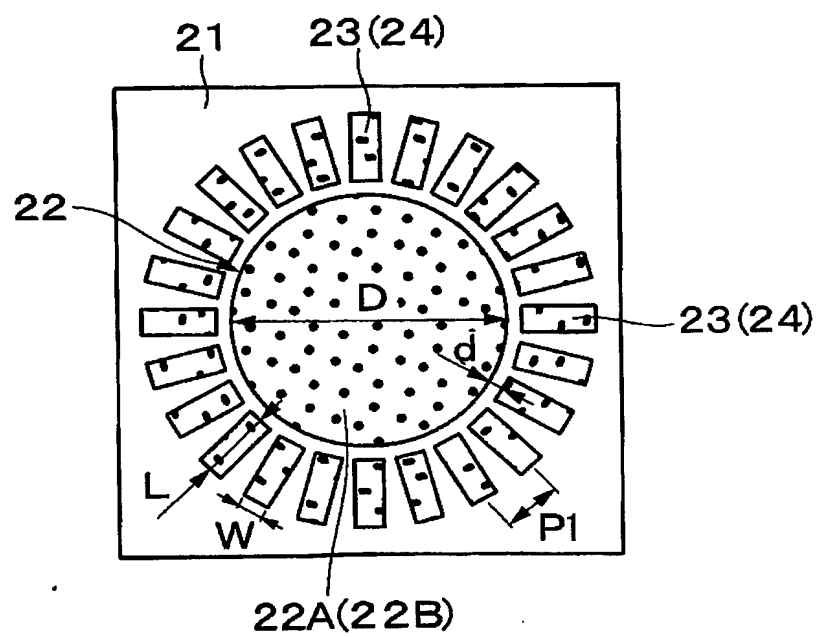
【図 5】



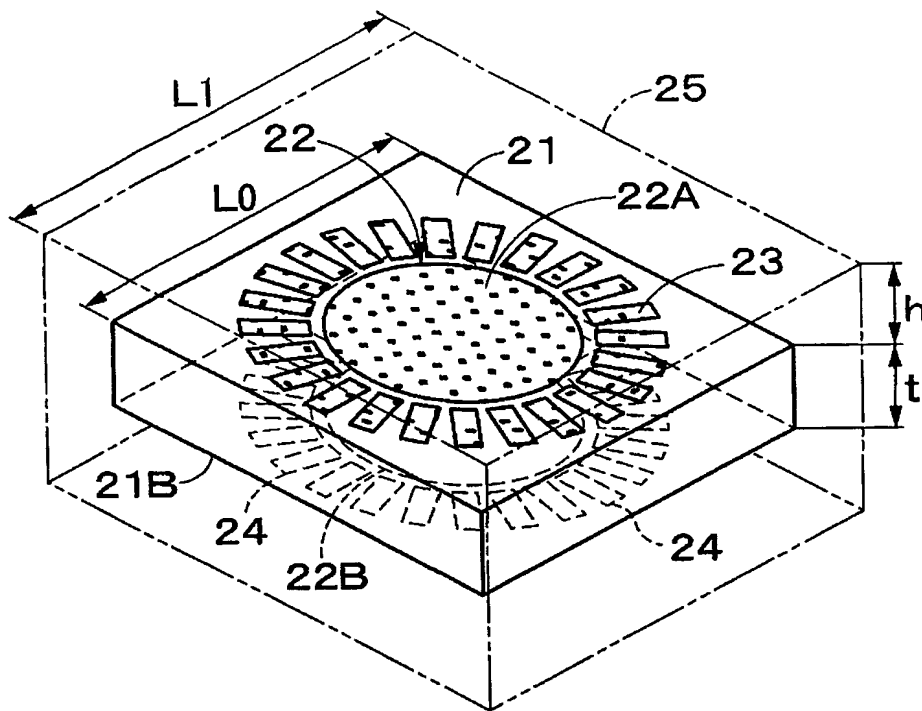
【図 6】



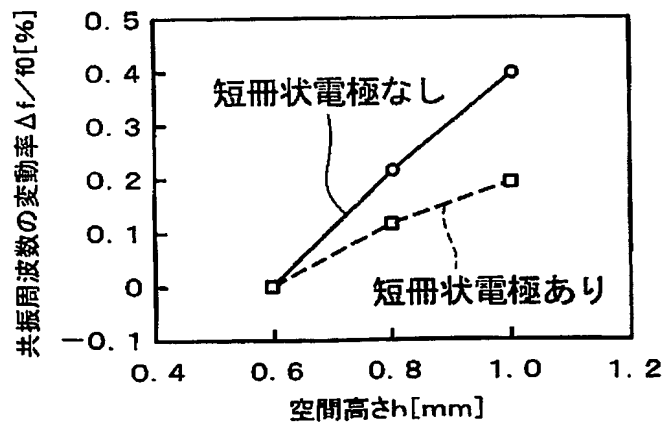
【図 7】



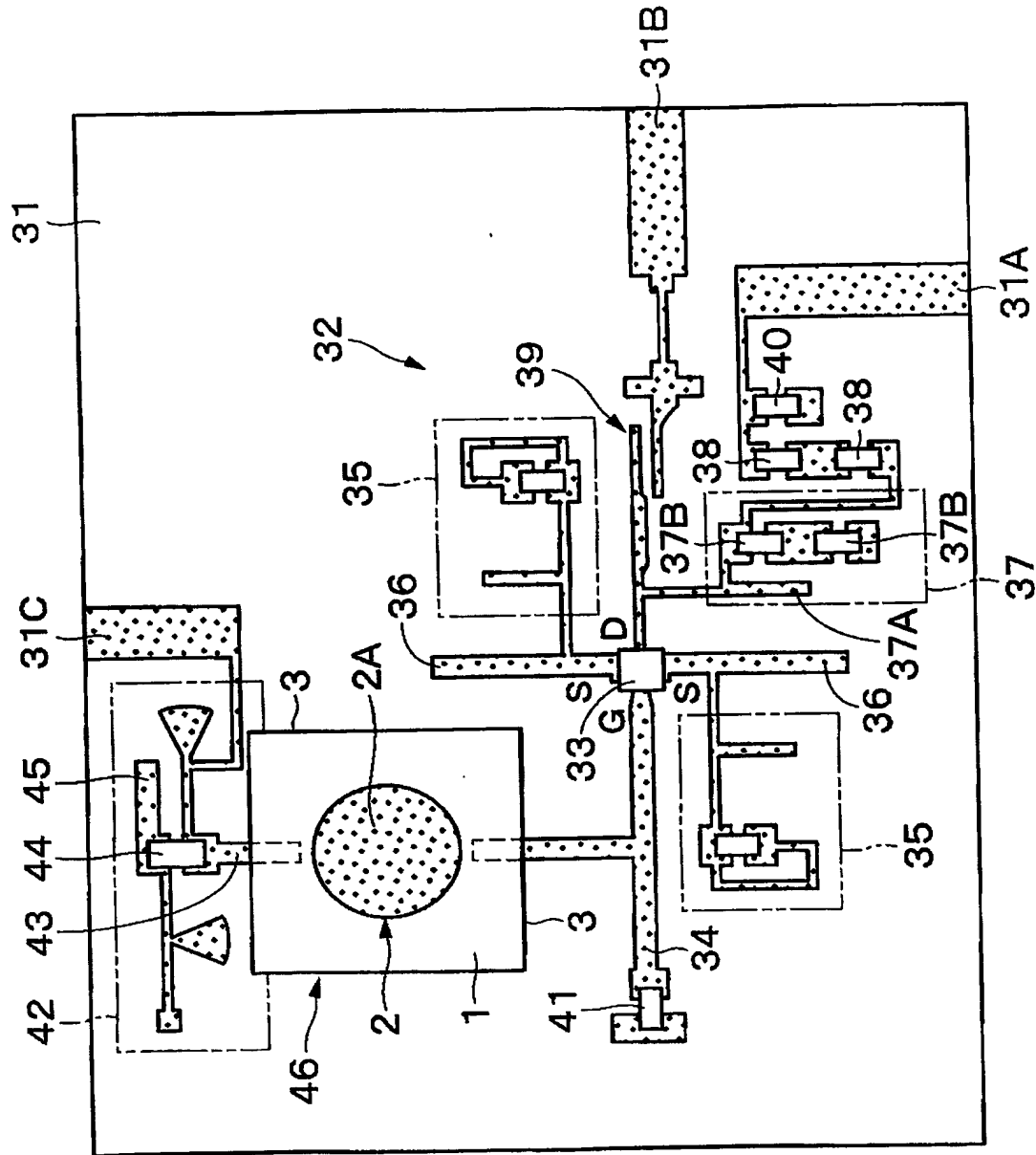
【図 8】



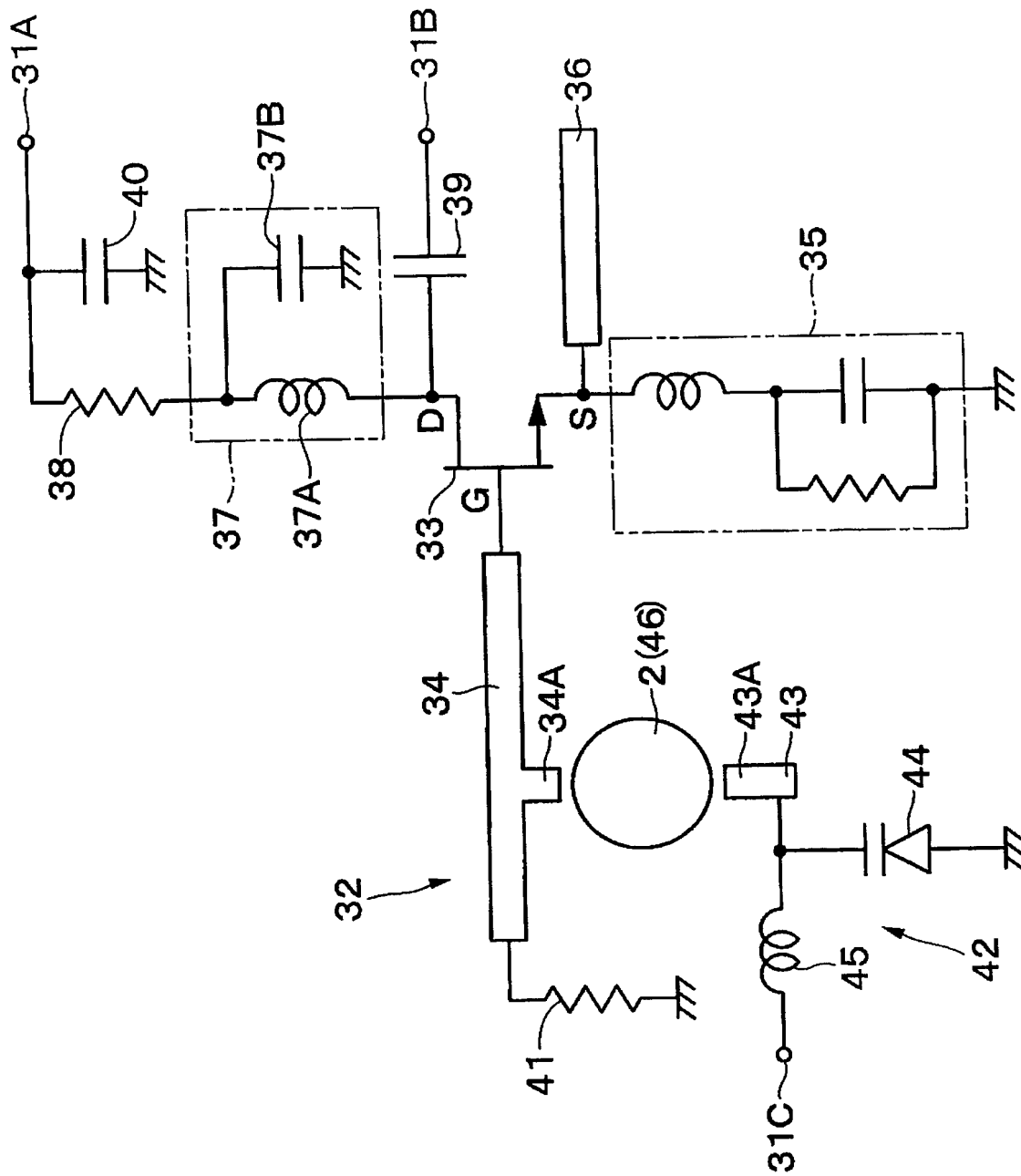
【図 9】



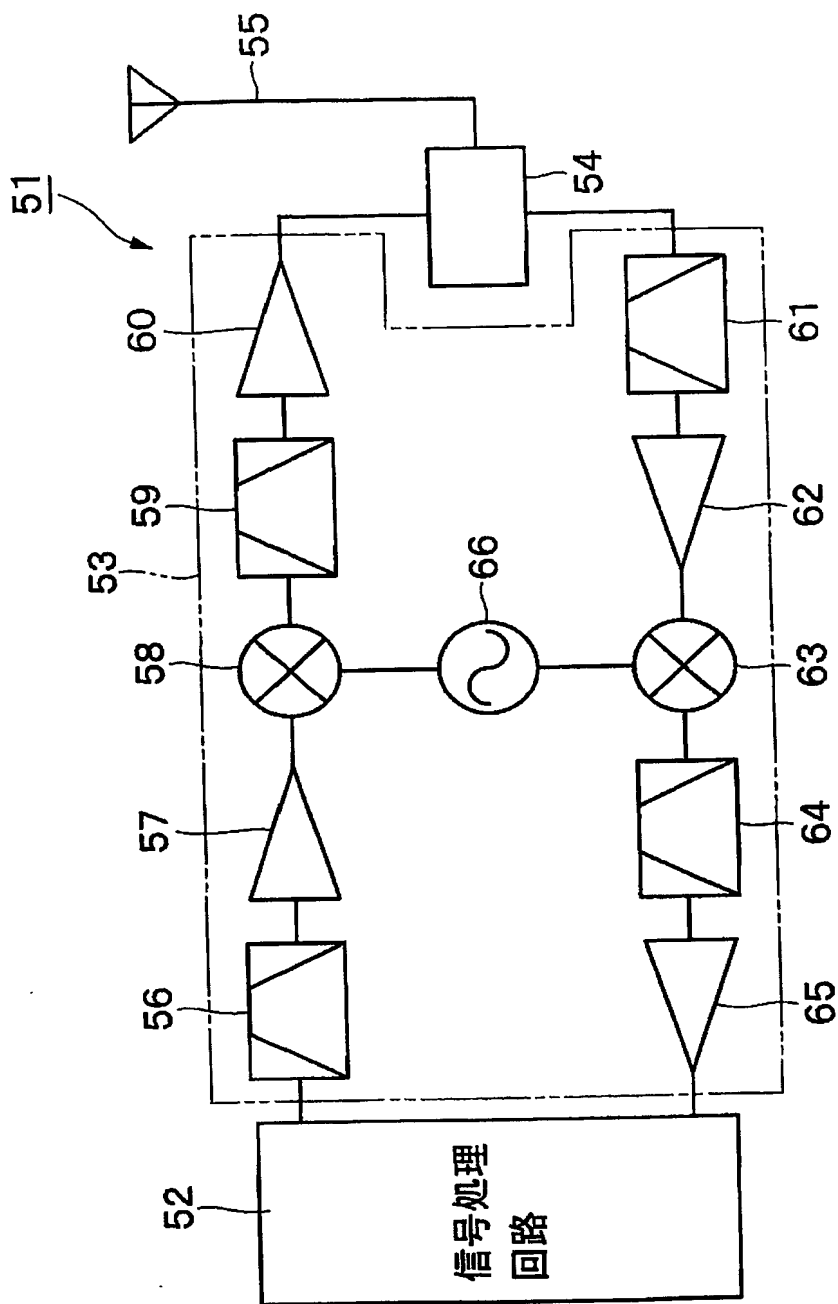
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電磁界の放射を抑圧し、高いQをもったTM010モード共振器装置、発振器装置および送受信装置を提供する。

【解決手段】 誘電体基板1の表面1Aと裏面1Bにそれぞれ円形状の共振器電極2A, 2Bを互いに対向して設け、TM010モード共振器2を形成する。また、誘電体基板1を四角形のチップ状に形成し、その端面3によって開放端を形成する。これにより、誘電体基板1内に形成される電磁界を端面3と空気との境界で全反射させることができ、電磁界の放射を抑圧することができる。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 9 5 2 1 2
受付番号	5 0 3 0 1 1 4 8 0 3 8
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0 0 9 6
作成日	平成 1 5 年 7 月 1 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 7月10日

特願 2 0 0 3 - 1 9 5 2 1 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 2 3 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号

氏 名

株式会社村田製作所